

# DE DIAMANTROOF

## Aluminium - Roestvast Staal

*In Nederland is het de titel van een klasmusical en menige Belg zal er onmiddellijk 'van de eeuw' aan toevoegen, verwijzend naar het in 2003 verdwijnen van 100 miljoen dollar aan diamanten en enkele andere waardevolle voorwerpen uit de ondergrondse kluis van het Antwerp World Diamond Centre. Tien verschillende veiligheidsmaatregelen hadden niet volstaan.*

© Frans Vos, zaakvoerder Materials Consult bv

**H**et verdwijnen van diamanten kan niet alleen een enorme financiële kater opleveren. Voor vele mensen vertegenwoordigt een diamant ook een grote emotionele waarde. Ze staan symbool voor verloving en huwelijk, ze zijn een erfstuk of dragen een andere geschiedenis in zich die voor de drager een zielsdeel is. Diamanten zijn een kostbaar goed.

Wanneer één of meerdere diamanten in een sieraad worden verwerkt, is het dan ook van groot belang dat het sieraad de intrinsieke schittering en symboliek van de diamant(en) tot uiting brengt en bewaard. Dat laatste, het 'bewaren' van de diamant geldt niet alleen symbolisch, maar uiteraard ook letterlijk. Gewoonlijk zijn in een sieraad verwerkte diamanten gevat in een metalen, veelal verzilverd of verguld onderdeel, dat op zich wordt verbonden met het grotere sieraad geheel. Een goede kwaliteit van de verbinding tussen dat onderdeel en het groter geheel is daarbij cruciaal om het behoud van de diamant te garanderen. Je zou toch niet willen dat die verbinding door een eenvoudige, argeloze handeling breekt en het onderdeel met diamant en al in een afvoer verdwijnt?

Dat is nu echter net wat een niet nader bij naam genoemde dame beweert. Enkele maanden voor ik haar ontmoette was zij de grote diamant van haar ring verloren. Die diamant zat op zich vevat in een kleine metalen ring die vervolgens op de eigenlijke, grotere ring was gebraseerd. De braseerverbinding had blijkbaar gefaald, waardoor de kleine ring was afgebroken en met diamant en al was verdwenen. Om u een meer concreet beeld van de situatie te geven: Foto 1 toont een gelijkaardige, nog intacte demoring, terwijl foto 2 het restant van de ring van de dame weergeeft.

De redenen waarom een braseerverbinding kan falen, zijn divers, en het was mijn taak om de ware oorzaak of oorzaken te achterhalen. Tussen de dame, de juwelier en hun respectievelijke verzekeraars was er immers een grote discussie ontstaan over wat er exact aan de basis lag van het verlies van de diamant.

Standpunt van de dame: De braseerverbinding was van slechte kwaliteit, waardoor bij een klein tikje de kleine metalen ring samen met de diamant van de grote ring was afgebroken. Als voorbeeld verwees ze daarbij naar "het



Foto 1. © Materials Consult bv



Foto 2. © Materials Consult bv

argeloos en onbewust met de ring tegen een tafelpoot tikken terwijl je langs de tafel wandelt". Die uitleg was echter enkel als voorbeeld van wat ze bedoelde met 'een klein tikje', want wanneer en op welke wijze de breuk bij haar was ontstaan, wist ze niet. Ze had enkel vastgesteld dat ze de diamant plots kwijt was.

Standpunt van de juwelier: De braseerverbinding was van goede kwaliteit. De kleine ring met de diamant is afgebroken door overbelasting omdat de dame in kwestie met haar ring ergens hard is tegen gebotst/gelopen. "Ik lever altijd prima kwaliteit en mevrouw, die al meerdere sieraden bij mij heeft gekocht, weet dat zeer goed" voegde hij er nog aan toe. Van een patstelling gesproken.

## Het schade-onderzoek

Wat betreft de gebruikte materialen was de grote ring vervaardigd van een rhodium bekleed witgoud. De kleine ring was geproduceerd uit een platinallegering. Voor het braseren werd gebruik gemaakt van borax (natrium-tetraboraat) als fluxmateriaal en een 18 karaat goudlegering werd aangewend als het braseermiddel. Het braseermiddel werd daarbij als kleine metaalplaatjes ingeschoven tussen de te braseren oppervlakken (de contactzones tussen de grote en de kleine ring), waarna de te braseren zone zou zijn opgewarmd tot een temperatuur van 700 à 730°C om het braseermiddel te doen smelten en de verbinding tot stand te brengen.

Bij een eerste visuele evaluatie van de breukzone werd vastgesteld dat het braseermiddel vrijwel integraal was achtergebleven op de grote ring. Blijkbaar was de breuk opgetreden aan het grensvlak tussen het braseermiddel en de kleine ring. Verder kon centraal in één van de twee breukvlakken een ellipsvormige en korrelig ogende zone worden waargenomen terwijl de andere gebieden van dit breukvlak werden gekenmerkt door een meer vlakke

morfologie met daarin enkele parallelle lijnen – zie foto 3. Het andere breukvlak werd quasi volledig gekenmerkt door de meer vlakke morfologie met parallelle lijnen. Wat ook werd opgemerkt, was dat de zijflanken van het braseermiddel, zijnde de zones vlak naast de breukvlakken, een korrelig uiterlijk vertoonden.

Het stereomicroscopisch onderzoek van de breukvlakken bevestigde in de eerste plaats de resultaten van de visuele evaluatie. Wat betreft het eerstgenoemde breukvlak kon het onderscheid tussen de zone met het korrelachtige uitzicht en de vlakke zones met de parallelle lijnen iets gedetailleerder in beeld worden gebracht, maar er werd alsnog onvoldoende detail bekomen om de aard van de verschillende zones en de oorzaak van respectievelijke 'korreligheid' en 'vlakheid met parallelle lijnen' eenduidig vast te leggen. De parallelle lijnen deden in eerste instantie wel aan de striaties van een vermoeiingsbreuk denken, maar het stereobeeld was onvoldoende karakteristiek om met zekerheid te kunnen stellen dat er van vermoeiing sprake was.



Foto 3. © Materials Consult bv

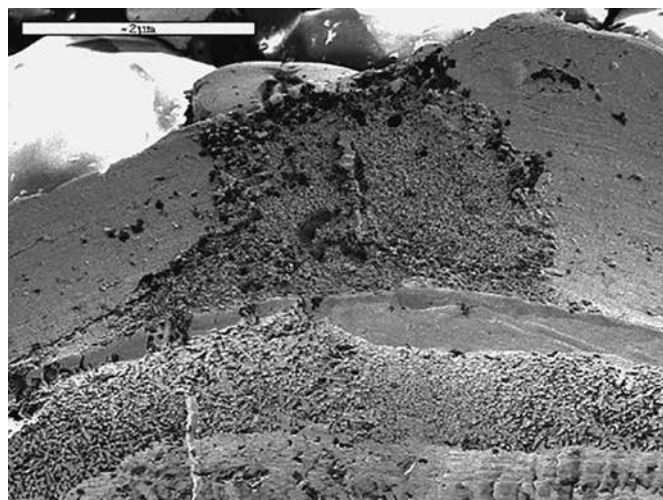


Foto 4. © Materials Consult bv

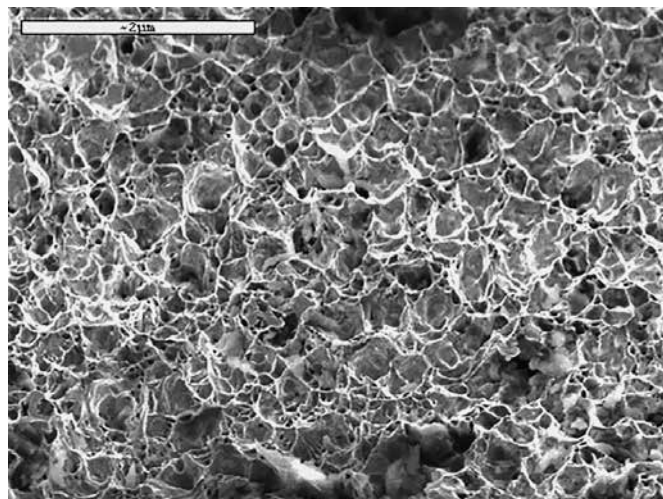


Foto 5. © Materials Consult bv

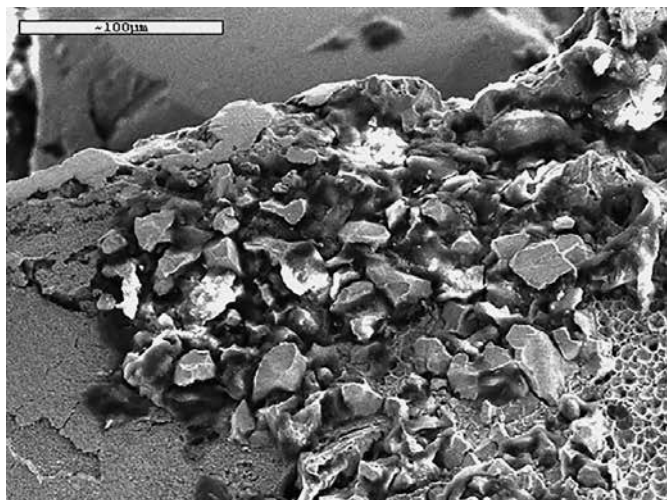


Foto 6. © Materials Consult bv

De redenen waarom de dame de grote diamant van haar sieraard was verloren, kwamen uiteindelijk boven water dankzij een gedetailleerd onderzoek van de breukvlakken door middel van een scanning-elektronenmicroscop (SEM).

Het SEM-beeld van de enigszins ellipsvormige en korrelachtige zone in één van de breukvlakken wordt gegeven centraal in foto 4. In deze zone werd een combinatie aangetroffen van enerzijds zogenaamde 'dimpelstructuren' – bijvoorbeeld foto 5 en rechts onderaan foto 6 – en anderzijds werden gebieden met een kristallijne structuur aangetroffen, ogenschijnlijk bestaande uit allemaal individuele korrels – centraal op foto 6.

Een dimpelstructuur in een breukvlak wijst op het optreden van een ductiele overbelastingbreuk. Als het volledige breukvlak een dimpelstructuur zou hebben vertoond, had de juwelier inderdaad gelijk dat er sprake was van een overbelasting van de braseerverbinding. Bij braseren worden met name veel hogere smelttemperaturen gebruikt dan bij het klassieke zachtsolderen (de grens tussen zachtsolderen en braseren ligt bij 400 à 450°C), waardoor bij braseren veelal een metallurgische binding tussen de te verbinden onderdelen kan worden gerealiseerd, terwijl dit bij zachtsolderen louter een binding van mechanische en fysisch adhesieve aard betreft. Als er sprake is van een metallurgische binding wordt bij een ductiele overbelastingbreuk inderdaad een dimpelstructuur verwacht. Bij een overbelastingbreuk van een zachtoldeerverbinding is dit zelden het geval. De goudlegeringen die in de juwelenbranche als toevoegmateriaal bij het verbinden worden gebruikt, vertonen echter een insmelttemperatuur van minimaal 600°C, hetgeen bevestigt dat er hier wel degelijk sprake is van een braseerproces en er metallurgische binding kan worden verwacht.

Echter, het ene breukvlak van de ring in kwestie vertoonde slechts in enkele kleine zones een dimpelstructuur, terwijl het tweede breukvlak zelfs helemaal geen dimpelstructuur vertoonde. Was het braseren wel goed verlopen?

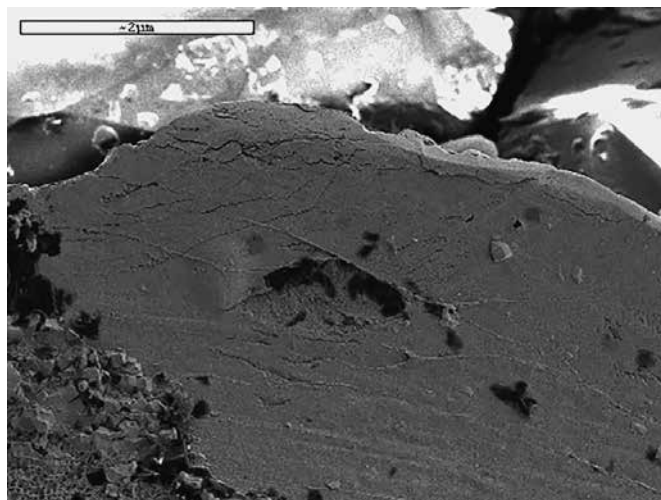


Foto 7. © Materials Consult bv

Een eerste deel van het antwoord op deze vraag zat vervat in het terugvinden van de kristallijn uitziende gebieden, bestaande uit allemaal individuele korrels. Bij grotere vergrotingen was duidelijk te zien dat deze structuren deel uitmaakten van het soldeermiddel zelf, waarbij eveneens de indruk ontstond dat de coherentie van deze structuren zwak was, betekenend dat de binding tussen de individuele korrels zeer zwak was. Deze vaststelling en de zeer uitzonderlijke combinatie van dimpelstructuren 'en' de incoherente korrelige structuren in eenzelfde breukvlak deed onder andere vermoeden dat bij de opbouw van de ring werd gewerkt met een inhomogeen en/of onzuiver braseermateriaal.

Een tweede deel van het antwoord in verband met de kwaliteit van het braseerproces kwam naar boven bij het SEM-onderzoek van de vlakke breukvlakzones met de parallelle lijnen. Zo illustreert foto 7 een dergelijke vlakke zone onmiddellijk naast het hierboven beschreven meer korrelige gebied. Op basis van het SEM-onderzoek wordt het duidelijk dat de parallelle lijnen in de vlakke gebieden geen vermoeiingslijnen zijn; het lijken eerder een soort van patronen te zijn die in het braseermiddel zijn gedrukt; het zou daarbij een afdruk van de oppervlaktetmorfologie van de kleine ring kunnen betreffen. Het uitzicht van deze vlakke gebieden stemt overeen met dat van een zogenaamde 'plakfout', een fenomeen dat optreedt wanneer bij braseren het toevoegmateriaal (braseermiddel) onvoldoende interageert met het basismateriaal – in dit geval de kleine ring – en als het ware enkel tegen het basismateriaal aanleunt zonder dat er een effectieve goede hechting tot stand is gekomen. Deze vaststelling is ook consistent met de waarneming dat de breuk quasi integraal was opgetreden aan het grensvlak tussen het braseermiddel en de kleine ring. Veelal hangt het optreden van een plakfout daarbij samen met een te lage braseertemperatuur en/of een ongeschikte kwaliteit van het braseermiddel.

Volledigheidshalve moet hier ook worden vermeld dat aan de randen van de vlakke zones scheurvorming werd vastgesteld. Of het hier scheuren door vermoeiing of door overbelasting betrof, werd echter niet in meer detail

onderzocht. Gezien hun positie en voorkomen kon immers redelijkerwijze worden vermoed dat zij waren ontstaan door 'bewegingen' van de kleine ring ten opzichte van het soldeermiddel, bewegingen die mogelijk waren omwille van de plakfout.

Een derde bewijs dat er wel degelijk niet adequaat werd gesoldeerd, bleek bij SEM-analyse van de zijflanken van de braseermaterialen, zijnde de flanken die niet in contact waren geweest met de kleine ring. Bij visueel onderzoek was al de indruk ontstaan dat zij een korrelig uiterlijk vertoonden, waarvan bij SEM-onderzoek bleek dat er effectief van een sterk korrelige structuur sprake was, ook hier met een deels gebrekkige coherentie tussen de korrelige partikels. Zoals al werd vermoed op basis van de hierboven beschreven bevindingen, was daarmee helemaal duidelijk dat het braseermiddel op de meeste plaatsen onvoldoende was ingesmolten.

Ik moet toegeven dat er op de foto's nog wel een aantal extra features opduiken die menig lezer van ALURVS graag verder zou geanalyseerd en becommentarieerd willen zien. Echter, zoals steeds zijn er waarnemingen die relevant blijken te zijn voor de bepaling van de schade-oorzaak en waarnemingen die slechts in beperkte mate of geheel niet behulpzaam zijn bij het achterhalen van de schade-geschiedenis. De minder en niet relevante waarnemingen ga ik u hier besparen, al is het maar omdat het mij aantal toegekende pagina's hier bijna zijn einde kent.

## Houdt de dief!

Uit voorgaande moge het voldoende duidelijk zijn dat de braseerverbindingen tussen de grote en de kleine ring van onvoldoende kwaliteit waren. De korrelige structuren die zowel in de breukvlakken als aan de zijflanken van het braseermateriaal werden aangetroffen, illustreren dat de gemiddelde braseertemperatuur te laag was en dat mogelijk ook het gebruikte braseermiddel van onvoldoende of ongeschikte kwaliteit was.

Omwille van onvoldoende insmelting van het braseer-materiaal zijn er zogenaamde plakfouten ontstaan, die op hun beurt aan de basis liggen van het loskomen van de kleine ring. Een plakfout resulteert immers in een onvoldoende hechting tussen het braseermateriaal en het 'ogenschijnlijk' verbonden materiaal, in dit dossier dus de kleine ring. Omwille van de plakfout en de incoherente korrelstructuur was de kleine ring van bij aanvang slechts zeer zwak met het braseermateriaal en dus met de grote ring verbonden.

De definitieve breuk kan dus wel degelijk zijn opgetreden bij lage, normale gebruiksbelastingen, zoals de draagster van de ring beweerde. De door de dimpelstructuur ingenomen oppervlakte geeft immers aan dat de zone waarin de kleine ring voldoende hechting vertoonde dermate klein was dat een geringe belasting voldoende was om de kleine ring definitief te onthechten. Een lichte tik tegen de kleine ring en/of diamant, bijvoorbeeld bij het accidenteel raken

van een tafelpoot, kan hierbij voldoende zijn geweest. Het is alleszins zo dat de benodigde belasting om tot een definitieve breuk te komen vele malen kleiner was dan de belasting die nodig zou zijn geweest om tot breuk te komen als de braseerverbinding wel van goede kwaliteit was geweest.

De dame had dus gelijk. Het was de slechte braseerkwaliteit die haar heeft beroofd van haar diamant.

Het is voor de dame uiteraard bijzonder jammer dat de diamant op een dergelijke wijze werd verloren, maar als schade-expert vind ik het minstens even erg dat daarmee ook de kleine ring is teloorgegaan. Ik had ook die kleine ring graag van naderbij onderzocht, al was het maar om na te gaan of de parallelle lijnen in de vlakke breukvlakgedeeltes inderdaad afdrucken waren van de oppervlaktetopografie van de kleine ring. Het had de conclusies nog wat meer sluitend gemaakt.

Dus is een oproep hier tot slot nog op zijn plaats: Als u een breukvlakonderzoek wil laten doen, bezorg ons dan steeds de beide breukhelften alstublieft, of het nu om een braseerverbinding tussen een grote en kleine ring van een sieraad of om de breuk van een as of tandwiel in een machine gaat. Soms is er nu eenmaal informatie op de ene breukhelft te vinden die de andere breukhelft verborgen laat. ■

**Download nu de gratis  
specials op [www.alurvs.nl](http://www.alurvs.nl)**



Selectie van de best bekeken  
ALURVS.nl over dit onderwerp

Selectie van de best bekeken artikelen van  
ALURVS.nl over dit onderwerp